



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : B60T 13/74, 8/88, B60R 16/02, F16D 65/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/36956  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. August 1998 (27.08.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00289 (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 1998 (02.02.98)  (30) Prioritätsdaten: 197 06 479.5 19. Februar 1997 (19.02.97) DE  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ZITTLAU, Dirk [DE/DE]; Kastanienweg 9a, D-92348 Stöckelsberg (DE). DEML, Ulrich [DE/DE]; Sonnenstrasse 1, D-93138 Lappersdorf (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, KR, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

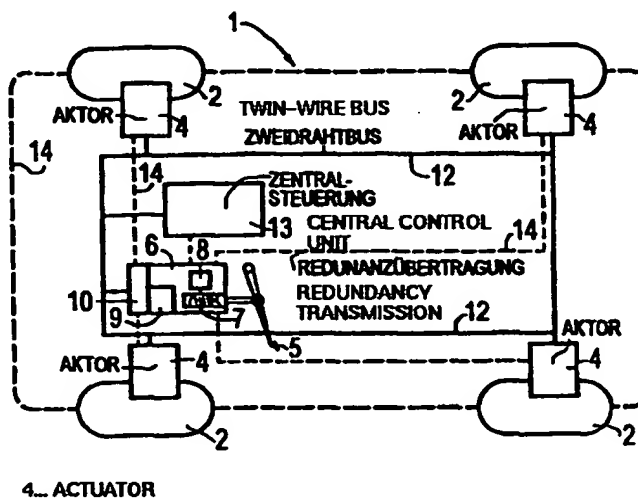
(54) Title: BRAKING SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE AND METHOD FOR TRANSMITTING DATA IN AN ELECTRICALLY CONTROLLED BRAKING SYSTEM FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung: BREMSANLAGE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM ÜBERMITTELN VON DATEN IN EINER ELEKTRISCH GESTEUERTEN KRAFTFAHRZEUG-BREMSANLAGE

(57) Abstract

The invention relates to a braking system

(1) comprising a pedal unit (6) by which movements of the motor vehicle brake pedal (5) are detected by means of at least one sensor (8) and desired values are generated which correspond to the brake application force desired by the driver, as well as electrically actuated brake actuators (4) assigned to the wheels (2) of the motor vehicle. A central control unit (13), which evaluates the sensor signals, generates control signals for additional brake functions. Through a data bus (12) connecting the pedal unit (6), brake actuators (4) and central control unit (13), data blocks are exchanged in accordance with a predefined, cyclic time frame. By means of an additional signal line (14) connecting the pedal unit (6), brake actuators (4) and central control unit (13), the desired value for the brake application force is transmitted from the pedal unit (6) to the brake actuators (4) and the central control unit (13), and data is exchanged on the state of the connected elements.



## (57) Zusammenfassung

Die Bremsanlage (1) weist auf: eine Pedaleinheit (6), durch die Betätigungen des Bremspedals (5) des Kraftfahrzeugs mit mindestens einem Sensor (8) erfaßt und dem Fahrerwunsch entsprechende Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft erzeugt werden, und den Rädern (2) des Kraftfahrzeugs zugeordnete, elektrisch betätigte Bremsaktoren (4). Eine die Sensorsignale auswertende elektronische Zentralsteuerung (13) erzeugt Steuersignale für Zusatzbremsfunktionen. Über einen die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) miteinander verbindenden Datenbus (12) werden Datenblöcke in einem vorgegebenen, zyklisch wiederkehrenden Zeitraster ausgetauscht. Über eine die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) miteinander verbindende zusätzliche Signalleitung (14) werden von der Pedaleinheit (6) an die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) der Sollwert für die Bremsbetätigungskraft übermittelt und Daten über den Zustand der angeschlossenen Einrichtungen ausgetauscht.

## LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug und Verfahren zum Übermitteln von Daten in einer elektrisch gesteuerten Kraftfahrzeug-Bremsanlage

5

Die Erfindung betrifft eine Bremsanlage für ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren zum Übermitteln von Daten in einer elektrisch gesteuerten Kraftfahrzeug-Bremsanlage.

10

Neue Anforderungen an die Bremssysteme von Kraftfahrzeugen - wie Antiblockiersysteme, Fahrstabilitätssysteme, Antriebsschlupfsysteme oder Traktionskontrollen, sogenannte intelligente Tempomaten, Bremsassistent usw. - haben zusammen mit der Forderung nach einer Verringerung der Montage und Wartungskosten, die bei den derzeitigen hydraulischen Bremssystemen recht erheblich sind, zu der Entwicklung neuer, rein elektrischer Bremssysteme (auch unter der Bezeichnung Brake-by-wire bekannt) geführt (DE 195 11 287 A1; Zeitschrift mot 20 (1995), Seite 46).

15

20

Bei solchen elektrischen Bremssystemen ist der Fahrer kraftmäßig von der Bremse abgetrennt, das heißt die von dem Fahrer ausgehende Bremsmomentanforderung wird nicht mehr direkt als Kraft über ein hydraulisches System übertragen, sondern nur noch als Signal über eine elektrische Leitung. Mit Hilfe dieses Signals wird ein elektrischer Bremsaktor oder -aktor gesteuert, der mit einer elektrischen Energieversorgung eine Kraft an einer Bremse erzeugt, welche über ein Reibelement das gewünschte Bremsmoment erzeugt. Im Falle einer Scheibenbremse wird die das Bremsmoment über Reibung erzeugende Kraft als Zuspannkraft bezeichnet.

25

30

35

Bei einem vollelektrischen Bremssystem, wie es zum Beispiel in der älteren Anmeldung DE 196 15 186.4 (unser Zeichen: GR 96 P 1368 DE) beschrieben ist, ist der Bremsaktor direkt an dem jeweiligen Rad des Kraftfahrzeugs angebracht, so daß eine Zuspannkraft zweckmäßigerweise nicht über weite Strecken im Fahrzeug übertragen wird, während die Erfassung der Bremsmomentanforderung durch den Fahrer und die Bremssteuerung an zentraler Stelle, zum Beispiel in der Nähe des Bremspedals, angeordnet sind. Das Bremssystem ist somit über das gesamte Kraftfahrzeug verteilt und da es eine zentrale Sicherheitsfunktion des Kraftfahrzeugs bildet, sind an die elektrische Übermittlung der Bremsmomentanforderung erhöhte Sicherheitsbedingungen zu erfüllen. Die Übermittlung muß störungssicher und fehlertolerant sein, das heißt bei der Übermittlung auftretende Fehler müssen von dem Bremssystem sicher erkannt werden und es müssen geeignete Strategien zur Fehlerbehandlung vorliegen. Außerdem müssen alle Teilnehmer an der elektrischen Kommunikation ein fehlerhaftes Verhalten eines anderen Teilnehmers erkennen können. Insbesondere muß auch beim Ausfall der Kommunikation eine Mindestbremsfähigkeit gewährleistet bleiben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine störungssichere und fehlertolerante Bremsanlage, insbesondere im Hinblick auf die Kommunikation über elektrische Leitungen, zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Bremsanlage nach Anspruch 1 und das Verfahren zum Übermitteln von Daten nach Anspruch 5 gelöst. Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen niedergelegt.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, daß die Fehlersicherheit und die Fehlerkorrekturmaßnahmen der Bremsanlage mit geringem Aufwand erreicht werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Kraftfahrzeug mit einer erfindungsgemäßen Bremsanlage in schematischer Darstellung, und

Figur 2 die Struktur der Datenkommunikation der Bremsanlage nach Figur 1.

Ein Kraftfahrzeug, das in Figur 1 nur schematisch dargestellt ist, ist mit einer Bremsanlage 1 versehen, die an jedem seiner vier Räder 2 eine (nicht dargestellte) Bremse einschließt, die von jeweils einem elektrisch gesteuerten Bremsaktor 4 betätigt wird. Die Bremsen werden von dem Fahrer des Kraftfahrzeugs betätigt, indem er über ein Bremspedal 5, das mit einer Pedaleinheit 6 verbunden ist, eine Bremsmomentanforderung abgibt. Die Pedaleinheit 6 wirkt als Pedalkraftsimulator, sie ist mit einer Feder 7 und mit einem oder mehreren Kraftsensoren und mindestens einem Wegsensor versehen, die die Betätigung des Bremspedals 5 durch den Fahrer erfassen und in elektrische Signale umsetzen. Diese Sensoren sind zusammengefaßt durch einen Block 8 dargestellt. Die hier nicht dargestellten Sensoren sind in der oben genannten älteren Anmeldung beschrieben.

Die Pedaleinheit 6 ist durch einen Datenbus 12 mit einer Zentralsteuerung 10 und mit den Bremsaktoren (oder -aktuatoren) 4 verbunden. Eine zusätzliche Signalleitung 14, die eine redundante Übertragung von Steuersignalen und Daten ermöglicht, verbindet die Pedaleinheit 6 ebenfalls mit der Zentralsteuerung 10 und den Bremsaktoren 4. Außerdem verbindet sie diese Aktoren untereinander. Die Art der Daten- und Signalübertragung über den Datenbus 12 und die zusätzliche oder redundante Signalleitung 14 wird nachfolgend beschrieben.

Die Bremsaktoren 4 sind bei einem voll elektrischen Bremssystem direkt an jedem Rad 2 angebracht, da die Zuspannkraft für die jeweilige Bremse zweckmäßigerweise nicht über weite Strecken im Fahrzeug übertragen wird, während die Erfassung der Fahrer-Bremsmomentenanforderung und die

Systemsteuerung sich zentral bei dem oder in der Nähe des Bremspedals 5 befinden. Daraus folgt, daß die Bremsanlage über das gesamte Fahrzeug verteilt ist. Der Bremsaktor kann dabei die Zuspannkraft an der Bremszange auf verschiedene Art und Weise erzeugen, zum Beispiel über eine mechanische oder eine hydraulische Übersetzung. Die elektrische Übermittlung der Bremsmomentenanforderung im System besondere Sicherheitsanforderungen zu stellen. Sie muß störsicher und fehlertolerant sein, d.h. auftretende Fehler in der Daten- und Signalübermittlung (oder: Kommunikation) müssen sicher erkannt werden und es müssen geeignete Strategien zur Fehlerbehandlung vorliegen. Zusätzlich müssen alle Teilnehmer der Kommunikation ein fehlerhaftes Verhalten anderer Teilnehmer erkennen können und auch beim Ausfall der Kommunikation muß eine Mindestbremsfähigkeit gewährleistet bleiben.

Im folgenden wird ein Schaltung und ein Verfahren zur Kommunikation beschrieben, die diese Anforderungen auf wirtschaftlichste Art und Weise erfüllt.

Im einem elektrischen Bremssystem stellt die Bremsmomentanforderung des Fahrers eine Information dar, welche als elektrisches Signal übermittelt wird. Diese Information muß dabei wiederholt in einem festen Zeitraster von einem Teilnehmer an der Kommunikation, der Pedaleinheit 6 erfaßt werden und an mehrere weitere Teilnehmer an der Kommunikation, die Bremsaktoren 4, übermittelt werden. Zusätzlich müssen die Daten der elektronischen Zentralsteuerung 10 - die zusätzliche Bremsfunktionen, wie ABS, Antriebsschlupfregelung, Fahrdynamiksteuerung und weitere Funktionen, ausführt - den Teilnehmern übermittelt werden. Aus Sicherheitsgründen werden noch weitere Daten zwischen den Teilnehmern ausgetauscht.

Bekannte Verfahren für eine solche komplexe Kommunikation zwischen mehreren Teilnehmern benutzen einen Datenbus. In Kraftfahrzeugen wird dazu häufig der CAN Bus verwendet. Dies ist ein genormter Zweidrahtbus, welcher Daten zwischen einer großen Anzahl an Teilnehmern mit Raten zwischen 100 kBit und 1000 kBit übertragen kann. Dieser Bus ist eventgesteuert, d.h. jedes Datum stellt ein Event (Ereignis) dar, welches in Form eines bestimmten Datenblocks (auch: Frames) digital über elektrischen Leitungen übertragen wird. Die Art der Kommunikation zwischen den Teilnehmern ist dabei vorgeschrieben und hat bestimmten Formen zu genügen, ebenso das Verhalten bei Fehlern. Für die Datenübermittlung in einer Bremsanlage müßten jedoch dabei einige Nachteile in Kauf genommen werden, da dieser Bus nicht speziell für diese Aufgabe entworfen wurde, sondern eine allgemeine Lösung darstellt. Die hier zu lösende Aufgabe erfordert eine sehr regelmäßige Kommunikation in einem festen Zeitraster, und deshalb ist die eventgesteuerte Struktur ungünstig. Auch würde der sogenannte Kommunikationsoverhead (viele Teilnehmer möglich) die erforderliche Datenmenge in die Höhe treiben. Außerdem wäre der Ausfall eines Teilnehmers schwer zu erkennen, da seine Kommunikation an einen Event gebunden wäre. Bei einem Fehlerfall ist eine lawinenartige Vermeh-

5 rung der Daten möglich, die die Kommunikation erheblich behindern und zu einem zeitverzögerten Abarbeiten von Bremsmomentenanforderungen führen kann. Besonders dies ist ein gewichtiger Nachteil, da ein solcher Fall als Teil der Kommunikationsbeschreibung nur schwer zu vermeiden ist, aber eine drastische Einschränkung der Sicherheitsanforderungen bedeutet. Diese Einschränkungen werden durch die nachfolgend beschriebene Lösung vermieden.

10 In der Pedaleinheit 6, welche das herkömmliche Bremspedal als Schnittstelle zum Fahrer ersetzt, wird mit Hilfe von Sensoren die Fahrer-Bremsmomentenanforderung ermittelt. Die elektronischen Zentralsteuerung oder zentralen Steuereinheit 10, welche die höheren elektronischen Bremsfunktionen wie ABS, Traction Control, Fahrdynamikregelung, Bremsassistent etc. verwirklicht, bildet eine Schnittstelle zu anderen Fahrzeugsteuerungen, zum Beispiel der Motorsteuerung. Sie kann an beliebiger Stelle im Kraftfahrzeug angeordnet sein. Ihre Funktionen der können auf mehrere Steuereinheiten verteilt werden, oder für ein ganz einfaches Bremssystem auch entfallen.

15 Die Grundfunktion der Bremsanlage 1 ist wie folgt: Die Pedaleinheit 6 ermittelt den Fahrerbremswunsch, aus diesem errechnet ein in ihr enthaltener Mikroprozessor 9 eine Zuspannkraft der Bremszangen, die von den elektrischen Aktoren aufgebracht werden muß (dies kann durch eine direkte Krafterzeugung oder durch eine Druckerzeugung erfolgen). Dazu muß ein entsprechender Zuspann-Sollwert an die Bremsaktoren 4 übertragen werden. Der Bremsaktor stellt die Zuspannkraft eigenständig ein und ermittelt einen Zuspann-Istwert. Die Zentralsteuerung 10 kann, entsprechend dem Umfang der in ihr enthaltenen Steuerfunktionen, die Sollwerte verändern. Zum Beispiel bei einem ABS Fall vermindert sie die Sollwerte so, daß das jeweilige Rad nicht mehr blockiert. Bei einem Fahrdynamiksystem fordert die Zentralsteuerung selbständig Zuspann-Sollwerte an bestimmten Rädern an.

25 Bei einem vorteilhaft funktionierenden Bremssystem müssen folgende Daten zwischen den Teilnehmern ausgetauscht werden: Die Bremsmomentanforderung durch den Fahrer muß an die Zentralsteuerung 10 und an die Bremsaktoren 4 übermittelt werden, die Sollwerte der Zentralsteuerung 10 müssen an die Bremsaktoren übermittelt werden, die Sensorwerte der Bremsaktoren müssen an die Zentralsteuerung übermittelt werden, Daten über den Zustand der einzelnen Teilnehmer müssen übermittelt werden (z.B. Fehlerdaten zum Zwecke einer gemeinsamen Reaktion). Diese Werte müssen regelmäßig in einem festen Zeitraster erneuert werden, da sie die Grundlage für verschiedene Regelvorgänge sind. Die Updateraten können sehr hoch liegen, nach bisherigen Erfahrungen sind Aktualisierungsfrequenzen zwischen 500 und 100 Hz erforderlich. Es findet also ein sehr ausgiebiger Datenverkehr statt, der hohen Sicherheitsanforderungen genügen muß:

- er darf nicht ausfallen oder blockiert werden können,
- er darf sich nicht erheblich verzögern,

- Fehler im Datenverkehr müssen sicher, schnell und einfach erkannt werden können, und
- Fehler bei den Teilnehmern müssen sicher und schnell erkannt werden können.

Diese Anforderungen werden wie folgt erfüllt:

5

Der Datenverkehr erfolgt über den Datenbus 12, der als ein Zweidrahtbus mit symmetrischer Übertragung binärer Signale (zum Beispiel nach RS 485 Norm) ausgeführt ist. Alle Teilnehmer (Bremsaktoren 4, Pedaleinheit 6, Zentralsteuerung 10) bilden je einen Knoten des Datenbusses. Aus Sicherheitsgründen werden keine weiteren Knoten mit Sendeberechtigung am Bus aufgenommen (ist die Zahl der Teilnehmer möglichst gering, ergibt sich eine niedrige Fehlerrate). Der Datenverkehr erfolgt nicht eventgesteuert sondern zeitgesteuert, d.h. jeder Teilnehmer erhält innerhalb eines festen zyklischen Ablaufs eine feste Zeitscheibe (oder Zeitschlitz), in der er die Sendeberechtigung besitzt. Teilt man zum Beispiel jedem Teilnehmer eine gleich lange Zeitscheibe von 2 ms zu, dauert der komplette Buskommunikationszyklus in einem System mit sechs Teilnehmern 12 ms, danach beginnt ein neuer Buszyklus (Figur 2).

15

Ein Bus-Master beginnt mit seinem Datenblock 15 (Figur 2) oder „Frame“ den Buszyklus, d.h. er sendet in der Zeitscheibe Nummer 1. Als Bus-Master wirkt die Zentralsteuerung 10. Alle anderen Teilnehmer reagieren auf das Aussenden des Master-Datenblocks. Es gibt eine gemeinsame Zeitbasis: der Bus-Master synchronisiert alle anderen Teilnehmer auf seine Zeitbasis. Die Synchronisierung muß dabei nur so genau sein, daß die Zeitscheibenaufteilung sicher erfolgen kann. Das Format der Datenblöcke kann unterschiedlich gestaltet werden, bevorzugt wird hier ein einheitlicher Aufbau aller verwendeten Datenblöcke (von gleicher Länge) mit mindestens folgenden Steuerinformationen: Kennbyte = Nummer des aktuellen Blocks, wird vom Bus-Master vorgegeben, und während eines Buszyklus von allen Teilnehmern verwendet. Adressbits = geben die Adresse des Absenders an. Check-Bits = Prüfsumme, die nach bekannten Verfahren über den gesamten Block gebildet wird. Datenbytes = Informationsinhalt des Blocks.

20

25

30

Es gibt eine Ersatz-Datenverbindung über die zusätzliche Signalleitung 10, die genutzt wird, wenn auf dem Datenbus ein irreversibler Fehler auftritt. Diese Verbindung erfolgt bevorzugt in Form einer pulsweitenmodulierten Datenübertragung, die nur die Basisbremsfunktion realisiert, d.h. den gemessenen Fahrerwunsch (Bremsmomentanforderung) von der Pedaleinheit 6 an alle Teilnehmer übermittelt.

35

Die verwendeten Datenblöcke haben einen einheitlichen Datenaufbau, sie bestehen generell aus zwölf Bytes: Das erste Byte enthält die Kennung und die Absenderadresse, das zweite Byte eine Anweisung, Byte 3 bis 11 Daten, Byte 12 die Prüfsumme.

Der Bus-Master beginnt nach einer Selbstinitialisierung die Kommunikation mit seinem ersten Datenblock 15. Dieser enthält eine Anweisung zur Zeitsynchronisierung. Alle Teilnehmer synchronisieren auf den Zeitpunkt des ersten Bits des Blocks. Teilnehmer, die zu diesem Zeitpunkt bereit sind zu senden, senden ihren Datenblock innerhalb ihrer Zeitscheibe. Es sind dies Datenblöcke 16, 17, 18 und 19 der Bremsaktoren 4 für das vordere Rad links vl, vordere Rad rechts vr, hintere Rad links hl beziehungsweise hintere Rad rechts hr, sowie ein Datenblock 20 der Pedaleinheit 6. Danach beginnt der Buszyklus erneut mit dem nächsten Master-Datenblock 21 usw.

- 10 Der Bus-Master wiederholt die Zeitsynchronisierung alle 50 ms, weitere Teilnehmer können sich darauf in ihrer Zeitscheibe melden. Ein Teilnehmer, der sich zu Beginn nicht meldet oder später häufig Blöcke ausfallen läßt wird als gestört abgeschaltet. Die Übertragung eines Blocks dauert ca. 1 ms, die Zeitscheibe dauert 2 ms, innerhalb der Zeitscheibe darf der Zeitpunkt variieren, ohne daß dies als Fehler gewertet wird. Eine Übertragung außerhalb der Zeitscheibe ist nicht gestattet und wird als schwerer Fehler behandelt.

- 20 Der Bus-Master sendet die Zuspannkraftsollwerte an die einzelnen Bremsaktoren 4, diese regeln die von ihnen erzeugte Zuspannkraft auf diesen Sollwert, dabei hat eine Regelschleife des Bremsaktors bevorzugt die gleiche Zeitdauer wie der Datenbuszyklus. In seinem Antwortblock sendet der Bremsaktor einen von ihm gemessenen Zuspannkraftwert (oder ein äquivalentes Messergebnis) an den Bus-Master zurück, und zwar zusammen mit weiteren am Bremsaktor ermittelten Sensordaten (z.B. Raddrehzahl).

- 25 Die Zuspannkraft wird in der Zentralsteuerung 10 aus den in der Pedaleinheit 6 ermittelten Sensorwerten (= Fahrerwunsch) berechnet. Zusätzlich sind hier auch alle Zusatzfunktionen der Bremse verwirklicht, d.h. die vom Fahrer kommende Bremsmomentenanforderung wird gemäß den Ergebnissen des elektronischen Bremsenmanagements verändert, zum Beispiel im ABS Fall vermindert, oder bei einer Traktionskontrolle an der Antriebsachse aufgebaut. Dazu wird eine neue Zuspansollkraft berechnet und versendet. Dabei beobachtet jeder Teilnehmer den Datenverkehr auf dem Bus und reagiert bei Fehlern in der nachfolgend beschriebenen Art und Weise.

- 35 In der Pedaleinheit 6 wird der Fahrerwunsch gemessen und mit Hilfe einer Sicherheitsschaltung 10, die zum Beispiel eine 2 aus 3-Mehrheitsentscheidung herbeiführt, aus den Sensorsignalen eine Bremsmomentenanforderung parallel zu der Zentralsteuerung 10 berechnet. Sie wird ständig per PWM-Übertragung an alle anderen Teilnehmer übermittelt. Solange keine Veränderung der Sollwerte durch die Zentralsteuerung vorliegt (z.B. im ABS-Fall), müssen die Sollwerte bei beiden Übertragungen übereinstimmen, es kann also eine Überprüfung beider Datenverbindungen erfolgen.



Der besondere Vorteil dieser Anordnung liegt in der Störungssicherheit. Auf alle Fehler kann einfach und schnell reagiert werden, und zwar ohne großen Schaltungsaufwand. Insbesondere können alle Arten von Fehlern auf Grund der besonderen Gestaltung mit einer zeitscheibenorientierten Kommunikation sicher und schnell erkannt werden. Zusätzlich ist diese Art der Kommunikation besonders geeignet für die Aufgabe, regelmäßig Steuerdaten an ein Netz von Teilnehmern zu senden.

(1) Blockstörungen zum Beispiel durch EMV-Einstreuungen: werden durch das Prüfbyte erkannt. Reaktion: Ignorieren des Blocks, da nach kurzer Zeit neuer Block ankommt. Selbst wenn im Prüfbyte ein einzelnes Fehlerdatum nicht erkannt wird, wird dieses durch den nächsten Block überschrieben.

(2) Teilnehmer erkennen internen Fehler. Dieser kann über den Datenbus 12 weitergemeldet werden, und die Zentralsteuerung kann darauf reagieren, zum Beispiel den Ausfall eines Aktors 4 durch stärkere Ansteuerung der drei verbliebenen Aktoren ausgleichen.

(3) Teilnehmer fällt aus ohne Meldung. Dies wird erkannt durch einen fehlenden Block in der zugehörigen Zeitscheibe. Die Reaktion ist wie unter (2).

(4) Ein Teilnehmer sendet in einer falschen Zeitscheibe. Dies kann erkannt werden durch ein typisches Störungsbild: mehrfach erscheint kein Block in der Zeitscheibe, ein anderer Block ist unverständlich oder zu lang. Reaktion: Neusynchronisierung durch den Bus-Master, Abschalten des falsch sendenden Teilnehmers, oder Umschalten auf parallele Übertragung.

(5) Ein Teilnehmer blockiert den Datenbus 8 durch ständiges Senden („babbling idiot“). Dies wird durch die Zeitscheiben schnell erkannt. Reaktion wie unter (4).

(6) Der Bus-Master fällt aus oder schaltet sich bei durch Selbstdiagnose erkanntem Fehler ab. Reaktion: es wird auf die parallele Datenübertragung per PWM umgeschaltet, oder die Pedaleinheit 6 übernimmt die Funktion als Bus-Master. Dies bringt den erheblichen Vorteil, daß die Zentralsteuerung abschaltbar ist, ohne daß die Normalbremsfunktion verloren geht (Redundanzreduzierung in der Zentralsteuerung, sicherer Zustand für ABS usw.). Dies ergibt eine Sicherheit, die der Sicherheit moderner hydraulischer Bremsanlagen entspricht.

(7) Kontaktverlust zu einem Teilnehmer: Reaktion wie unter (3).

(8) Redundanzübertragung auf Signalleitung 14 fällt aus. Frühzeitiges Erkennen ist möglich durch Vergleich mit der Übertragung auf dem Datenbus 12. Reaktion: Warnung an den Fahrer, daß bei Ausfall der Buskommunikation ein Umschalten auf die Redundanzübertragung nicht möglich ist.

- 5 (9) Die Fahrerwunschermittlung in der Pedaleinheit 6 ist durch dreifache Sensoren und die Sicherheitsschaltung mit Mehrheitsentscheider gegen Fehler gesichert.

In Figur 2 werden für die Kommunikation auf dem Datenbus 12 folgende Abkürzungen verwendet:

- |    |             |  |
|----|-------------|--|
|    | $t_n$ :     | globale Zeit $t$ , zum Zeitpunkt $t_n$ beginnt ein neuer Regelzyklus;  |
| 10 | $t_{off}$ : | 50 $\mu$ s maximale Zeit zwischen dem Beginn des Regelzyklus und Eintreffen des Master-Datenblocks beim Aktor = Beginn des Buszykluses;  |
|    | $t_s$ :     | 2 ms Zeitraum für eine Zeitscheibe = Zeitraum zwischen Datenblöcken auf dem Datenbus, jeder Knoten muß innerhalb seiner Zeitscheibe (grauer Doppelpfeil) seinen Datenblock absetzen (Dauer $t_f$ , schwarzer Doppelpfeil); |
| 15 | $t_f$ :     | 1000 $\mu$ s Zeitdauer der Datenblockübertragung (schwarzer Doppelpfeil), und  |
|    | $t_z$ :     | 12 ms Zeitdauer des Buszyklus für sechs Teilnehmer.  |

- Zusammengefaßt kann gesagt werden, daß die Vorteile der oben beschriebenen Bremsanlage und Verfahrens zum Übertragen des Bremsmomentenwunsches in ihrer besonderen Stör- und Fehlersicherheit liegen. Bereits in der Struktur der Datenübermittlung ist berücksichtigt, daß auftretende Störungen sicher und schnell erkannt werden. Dies ermöglicht eine adäquate Reaktion. Ein erster Fehler kann dabei nicht zu einem Ausfall der Normalbremse führen. Die Zentralsteuerung 10 bleibt wie bisher abschaltbar, ohne daß dadurch die Normalbremse beeinträchtigt würde. Der Aufwand ist minimal im Vergleich zu anderen Bussystemen. Dies mußte durch einen gewissen Verzicht auf Flexibilität in der Kommunikation erkaufte werden, da aber die besonderen Anforderungen der Bremsanlage voll berücksichtigt sind, kann dies in Kauf genommen werden. Die begrenzte Komplexität bringt zusätzlich den Vorteil einer geringstmöglichen Fehlerrate. Diesem Punkt kommt bei Bremsanlagen eine besondere Bedeutung zu.

## Patentansprüche

1. Bremsanlage (1) für ein Kraftfahrzeug, die aufweist:

- 5 - eine Pedaleinheit (6), durch die Betätigungen des Bremspedals (5) des Kraftfahrzeugs mit mindestens einem Sensor (8) erfaßt und dem Fahrerwunsch entsprechende Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft erzeugt werden,
- den Rädern (2) des Kraftfahrzeugs zugeordnete, elektrisch betätigte Bremsaktoren (4),
- eine die Sensorsignale auswertende elektronische Zentralsteuerung (13), durch die Steuersignale für Zusatzbremsfunktionen erzeugt werden,
- 10 - einen die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) miteinander verbindenden Datenbus (12), über den Datenblöcke in einem vorgegebenen, zyklisch wiederkehrenden Zeitraster ausgetauscht werden, und
- eine die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) miteinander verbindende zusätzliche Signalleitung (14 im Text 11), über die der Sollwert für die Bremsbetätigungskraft von der Pedaleinheit (6) an die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) übermittelt
- 15 und Daten über den Zustand der angeschlossenen Einrichtungen ausgetauscht werden.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenbus (12) als Zweidrahtbus für eine symmetrische Übertragung digitaler Signale ausgebildet ist und daß die an ihn angeschlossenen Teilnehmer, nämlich Bremsaktoren (4), Pedaleinheit (6) und Zentralsteuerung (13), Knoten bilden, denen von einem als Busmaster bestimmten Teilnehmer innerhalb eines Übertragungszyklus jeweils ein fester Zeitschlitz mit ausschließlicher Sendeberechtigung zugeteilt ist.

20

3. Bremsanlage nach einem der vorhergehende Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pedaleinheit (6) eine Sicherheitsschaltung (10) aufweist, durch die der Fahrerwunsch als Mehrheitsentscheidung aus den Signalen mehrerer die Pedalbewegung erfassender redundanter Sensoren (8) ermittelt wird.

25

4. Bremsanlage nach einem der vorhergehende Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsaktoren (4) als Regler ausgebildet sind, die die Bremsbetätigungskraft auf den empfangenen Sollwert regeln.

30

5. Verfahren zum Übermitteln von Daten in einer elektrisch gesteuerten Kraftfahrzeug-Bremsanlage, bei dem folgende Schritte ausgeführt werden:

35

- die Daten werden über einen Datenbus (12) zwischen mehreren an den Datenbus (12) als Teilnehmer angeschlossenen Bremsaktoren (4), einer Pedaleinheit (6) oder einer elektronischen Zentralsteuerung (13) zyklisch ausgetauscht;

- ein als Busmaster wirkender Teilnehmer synchronisiert alle Teilnehmer auf ein globales Zeitraster und bestimmt für jeden Teilnehmer einen festen Zeitschlitz in einem Kommunikationszyklus, innerhalb dessen er ausschließlich Sendeberechtigung hat;
- die einzelnen Teilnehmer senden Datenblöcke (16- 20) aus, die Angaben über den laufenden Übertragungszyklus und den Absender, die jeweiligen Daten und eine Prüfsumme enthalten, und
- die von den Teilnehmern gesendeten Daten schließen Bremsmomentenanforderungen des Fahrers und der elektronischen Steuerung, von Sensoren (8) gelieferte Meßwerte und Zustandsparameter der Teilnehmer ein.

10 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen in einem Zeitschlitz nicht übertragenen Datenblock der dem Zeitschlitz zugeordnete Teilnehmer als ausgefallen erkannt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen in einem Zeitschlitz auftretenden Störungsbild erkannt wird, daß ein Teilnehmer in einem falschen Zeitschlitz sendet.

15

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß über eine die Pedaleinheit (6), die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) miteinander verbindende zusätzliche Signalleitung (14) ein Sollwert für die Bremsbetätigungskraft von der Pedaleinheit (6) an die Bremsaktoren (4) und die Zentralsteuerung (13) übermittelt und Daten über den Zustand der angeschlossenen Einrichtungen ausgetauscht werden.

20

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten über die zusätzliche Signalleitung (14) als pulsweitenmodulierte Signale übertragen werden.

25

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch Vergleichen der über den Datenbus (12) und der über die zusätzliche Signalleitung (14) übertragenen Sollwerte für die Bremsbetätigungskraft bei nicht aktiver Bremszusatzfunktion Fehler erkannt werden.

30

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Signalleitung (14) als Lichtleiter ausgeführt ist und die Signale optisch übertragen werden.

1 / 1

FIG 1

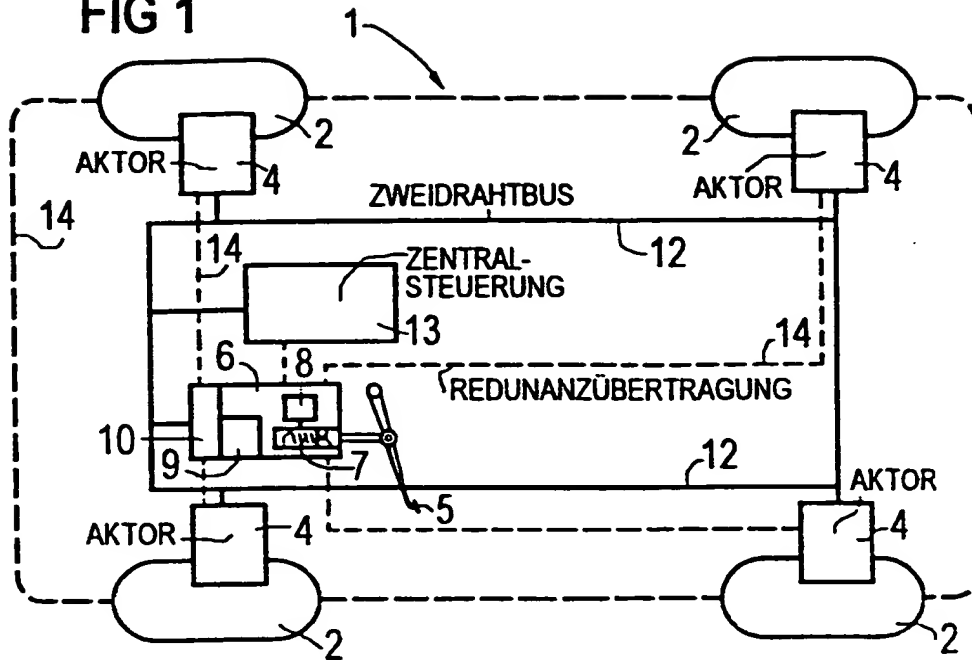
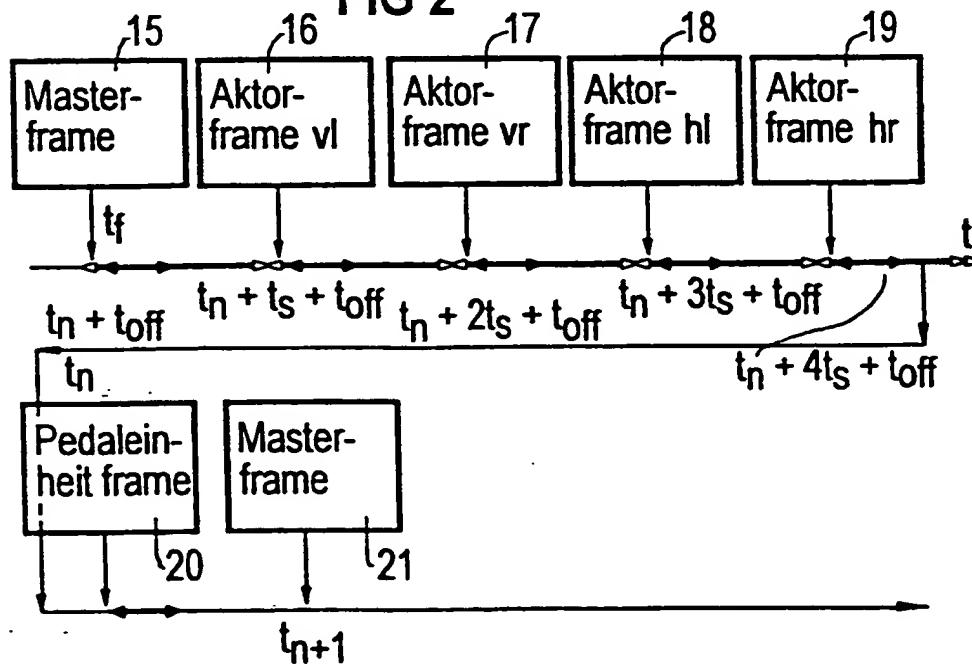


FIG 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 98/00289

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B60T13/74 B60T8/88 B60R16/02 F16D65/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B60T F16D B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 995 483 A (MOSELEY DOUGLAS D ET AL) 26 February 1991 see column 3, line 31 - column 6, line 61; figures 1-3	1,4
A	DE 195 09 133 A (DAIMLER BENZ AG) 12 October 1995 see page 2, line 38 - line 44; figure 1	1,5
P,A	WO 97 06514 A (GENRAD LTD ;BECKER MICHAEL CHRISTOPHER (GB)) 20 February 1997 see page 2, last paragraph - page 3, line 17; figures 1,2	1,5
A	DE 195 29 434 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE) 13 February 1997 see column 3, line 17 - column 5, line 10; figure 1	5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 June 1998

Date of mailing of the international search report

01/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2

NL - 2280 HV Rijswijk

Tel. (+31-70) 340 2440 To 31 551 222 21

Authorized officer

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/00289

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4995483	A	26-02-1991	NONE		
DE 19509133	A	12-10-1995	FR	2718591 A	13-10-1995
			GB	2288522 A	18-10-1995
			SE	9501059 A	12-10-1995
WO 9706514	A	20-02-1997	AU	6364596 A	05-03-1997
			EP	0845131 A	03-06-1998
DE 19529434	A	13-02-1997	WO	9706487 A	20-02-1997
			EP	0843853 A	27-05-1998

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00289

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 B60T13/74 B60T8/88 B60R16/02 F16D65/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B60T F16D B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 995 483 A (MOSELEY DOUGLAS D ET AL) 26. Februar 1991 siehe Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 61; Abbildungen 1-3	1,4
A	DE 195 09 133 A (DAIMLER BENZ AG) 12. Oktober 1995 siehe Seite 2, Zeile 38 - Zeile 44; Abbildung 1	1,5
P, A	WO 97 06514 A (GENRAD LTD ; BECKER MICHAEL CHRISTOPHER (GB)) 20. Februar 1997 siehe Seite 2, letzter Absatz - Seite 3, Zeile 17; Abbildungen 1,2	1,5

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Juni - 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/07/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (31) 70 320 3200, Telex 31 351 111 1

Bevollmächtigter Bediensteter



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00289

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 29 434 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE) 13.Februar 1997 siehe Spalte 3, Zeile 17 - Spalte 5, Zeile 10; Abbildung 1  ————	5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00289

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied( r) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4995483	A	26-02-1991	KEINE		
DE 19509133	A	12-10-1995	FR	2718591 A	13-10-1995
			GB	2288522 A	18-10-1995
			SE	9501059 A	12-10-1995
WO 9706514	A	20-02-1997	AU	6364596 A	05-03-1997
			EP	0845131 A	03-06-1998
DE 19529434	A	13-02-1997	WO	9706487 A	20-02-1997
			EP	0843853 A	27-05-1998